

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 4月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-128874

[ST.10/C]:

[JP2001-128874]

出 願 人

Applicant(s):

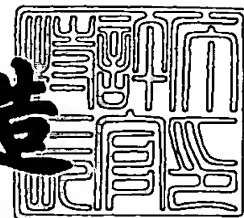
松下電器産業株式会社

RECEIVED
MAY 10 2002
TC 1700

2002年 1月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3116456

【書類名】 特許願

【整理番号】 2033830054

【提出日】 平成13年 4月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 川分 康博

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 美濃 規央

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 村上 睦明

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式
 会社内

 【氏名】 楠本 修

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微粒子の配列方法、磁気記録媒体の製造方法および磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平坦な基板上に凹凸パターンを形成する第 1 の工程と、形成された凹凸パターンの表面に、有機コーティング膜を付着した 1nm 以上 50nm 以下の直径の微粒子を、前記基板の凹凸形状を利用して配列させる第 2 の工程を有する微粒子の配列方法。

【請求項 2】 前記凹凸パターンは前記微粒子の直径の 5 倍以上 3 0 倍以下の長さの周期の凹凸パターンであることを特徴とする請求項 1 に記載の微粒子の配列方法。

【請求項 3】 前記微粒子は金属微粒子であることを特徴とする請求項 1 に記載の微粒子の配列方法。

【請求項 4】 前記微粒子を構成する原子の少なくとも一つは磁性原子からなる微粒子であることを特徴とする請求項 1 に記載の微粒子の配列方法。

【請求項 5】 前記微粒子は FePt または CoPt 合金であることを特徴とする請求項 4 に記載の微粒子の配列方法。

【請求項 6】 前記基板としてディスク状の基板を用い、ディスクの中心を共有する同心円の円弧に沿った凹凸を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の微粒子の配列方法。

【請求項 7】 平坦な基板上に、凹凸パターンを形成する第 1 の工程と、形成された凹凸パターンの表面に、有機コーティング膜を付着した 3 nm 以上 50nm 以下の直径の微粒子を、前記基板の凹凸形状を利用して配列させる第 2 の工程と、基板上に配列させた微粒子を 3 0 0℃ 以上 7 0 0℃ 以下で熱処理する第 3 の工程を有する磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の製造方法で製造された磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する手段と、記録部と再生部とを備える磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを駆動する手段とを含む磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ナノメートルオーダーの金属微粒子の配列方法に関するものである。ナノメートルオーダーの金属微粒子は、単電子素子等種種の応用が検討されている。また、微粒子として磁性微粒子を用いれば、高密度磁気記録に適する磁気記録媒体の製造が可能である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、AuやAg等の単分散の粒径のナノ微粒子を作成し、有機被覆膜を用いて基板上に自己組織化させ、細密充填に微粒子を配列する研究が盛んに行われている（例えば、Z.L.Wang, Advanced Materials, vol.10, No.1, 1998）。昨年、IBMのグループから同様な方法でFePt微粒子を基板上に配列させて、磁気記録媒体として用いるという報告があった（SCIENCE 2000年3月17日号、第287巻、1989頁）。

【 0 0 0 3 】

現在の磁気記録媒体は、スパッタリング法等の薄膜形成法で磁気記録層を形成している。近年、記録密度の上昇に伴い、薄膜記録媒体では、記録ビットを構成する結晶粒の制御が限界に近づいてきた。

【 0 0 0 4 】

このような薄膜媒体の問題を克服し、更なる高密度記録に適用可能な磁気記録媒体として、いわゆるパターンドメディアが提案されている。パターンドメディアとは、微小磁性体を非磁性層を介して、規則的に（通常平面上に）配列したものである。パターンドメディアの形成方法としては、一般に提案されている方法としては、一度形成された薄膜連続媒体を、電子線露光等のリソグラフィ技術を用いて、パターン化する方法である。しかしながら、現在求められているパターンドメディアのサイズは既に、数十ナノメートルから数ナノメートルのサイズであり、このような微細な加工を実現するためには、リソグラフィにも、EB露光等の方法が必要とされる。ところが、現在のところ、EB露光等の方法は大面积を高速に処理することができない等の問題がある。

【 0 0 0 5 】

この問題を克服するために、磁性微粒子を自己組織化により配列する前述の方法は有効な方法であるといえる。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

従来の微粒子を基板上に自己組織化させる方法においては、IBM社の方法においても、基板上に六方細密充填に微粒子を並べることはできても、微粒子の位置や、その配列の方向を制御することはできなかった。

【 0 0 0 7 】

ところが実際に微粒子の配列構造を利用する場合、その微粒子の位置や配列の方向が必要とされる場合がある。

【 0 0 0 8 】

例えば、磁性金属微粒子を配列させたディスクを、ハードディスク装置の磁気記録媒体として用いる場合を考えると、磁気記録再生ヘッドは、相対的にディスクの円周方向に沿って移動しながら、記録再生を行うことになるので、磁気記録媒体である磁性微粒子は、円周方向に沿って配列しているのが望ましい。また、将来的に、1個の磁性微粒子に1個のビットを書き込むような超高密度記録を達成するためには、このような微粒子の配列を円周方向に揃えることが必須となってくる。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の微粒子の配列方法は、平坦な基板上に、凹凸パターンを形成する第1の工程と、形成された凹凸パターンの表面に、有機コーティング膜を付着した1nm以上50nm以下の直径の微粒子を、前記基板の凹凸形状を利用して配列させる第2の工程からなることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

より望ましくは、前記凹凸パターンは前記微粒子の直径の5倍以上30倍以下の長さの周期の凹凸パターンであることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、望ましくは、前記微粒子は金属微粒子であることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の別の形態は、前記微粒子を構成する原子の少なくとも一つは磁性原子からなる微粒子であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

より望ましくは、前記微粒子は F e P t または C o P t 合金であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の別の形態は、前記基板としてディスク状の基板を用い、ディスクの中心を共有する同心円の円弧に沿った凹凸を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の磁気記録媒体の製造方法は、平坦な基板の上に、凹凸パターンを形成する第 1 の工程と、形成された凹凸パターンの表面に、有機コーティング膜を付着した 3 n m 以上 5 0 n m 以下の直径の微粒子を、前記基板の凹凸形状を利用して配列させる第 2 の工程と、基板の上に配列させた微粒子を 3 0 0 ° C 以上 7 0 0 ° C 以下で熱処理する第 3 の行程からなることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明の磁気記録再生装置は、前記製造方法で製造された磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する手段と、記録部と再生部とを備える磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを駆動する手段とを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

本発明では、通常のリソグラフィ手法を用いて、基板に凹凸を形成する。凹凸が形成された基板の上に、有機コーティング膜を付着した微粒子を塗布する。このとき、特に、凹部（形成された凹凸の溝の部分）の状態を模式的に図 1 に示す。図 1（a）は基板を上から見た図であり、（a）の A B 断面で切った側面図が（b）である。図 1 は、この状態を模式的に示したものであり、実際にはリソグラフィで形成される溝の幅はせいぜい数 1 0 n m、通常 1 0 0 n m 以上であり、ここで想定している微粒子（1 ~ 5 0 n m）に比べて十分大きいので、もっと

多数の微粒子が1個の溝に收容される。また、有機コーティング膜2の役割は、微粒子1に付着して、微粒子同士の間隔を一定に保ったり、基板と微粒子の距離を一定に保つ役割がある。この有機コーティング膜の作用を溝の側面に対しても利用すれば、微粒子が図1に示すようなある大きさの溝に收容された場合、適当な条件を選んでやれば、微粒子が側面から一定間隔に並ぶようになる。つまり、溝の側面に沿って微粒子を配列することが可能となる。

【0018】

ここで用いられる微粒子の大きさは、1nm～50nm程度の大きさである。より望ましくは3nmから10nm程度のものがよい。現在、リソグラフィーの技術によって作成できる溝の大きさは前述したように通常の方法では、100nm程度である。本発明の方法は、中程度の微細加工をリソグラフィーを用いた方法、更に詳細なナノメータースケールの微粒子の配列を、微粒子の自己組織化で実現するものである。従って、微粒子の粒径がほとんどリソグラフィーの線幅（凹凸部の周期、溝の幅、長さに対応）と等しくなる状態でも、本発明は有効であるが、本来の意味が無くなる。一般的には凹凸の周期が微粒子の直径の5倍以上、より望ましくは10倍以上で効果的である。逆に凹凸の周期が微粒子の直径に対して大きすぎると、凹凸に沿った微粒子の配列が困難となる。従って、凹凸の周期は微粒子の直径の1000倍以下、望ましくは100倍以下、最も望ましくは30倍以下とするべきである。

【0019】

形成される溝の深さとしては少なくとも微粒子の直径の1/3以上の深さを有するものが望ましい。これ以下の深さしかない、溝にそって微粒子を配列させる能力が低下する。より望ましくは微粒子の直径以上の深さがよい。また、溝の深さの上限としては微粒子を溝の中に配列させる都合上、微粒子の直径の10倍以下、望ましくは5倍以下、用途によっては2倍以下とするべきである。たとえば、磁気記録媒体に用いる場合には、あまり深いと、突部がヘッドの先端に衝突する等問題を発生する確率が高くなるので、微粒子の直径以下程度に押さえるのが望ましい。

【0020】

つまり、従来の微粒子の配列方法では、自己組織化を利用しても、微粒子の配列方向を制御する事は困難であったが、本発明の方法では、自己組織化の方法にリソグラフィーの方法を組み合わせることにより、これが可能になる。

【 0 0 2 1 】

リソグラフィー手法によって、凹凸を形成する手法は、目的の形状を形成できるものであれば特に限定されないが、一例を図 3 に示す。

【 0 0 2 2 】

図 3 では、まず有機レジスト膜 2 1 を基板 2 0 上に形成した後、形成したいパターンに従って作成したマスクを用いて露光して、レジストの一部を感光させる。これによってレジストの感光部または非感光部を取り除くと図 3 (b) のようなレジストパターンが形成される。その後更に、例えば、A u 膜 2 2 を所定の膜厚蒸着し (c) 、残存レジストパターンを除去すると、A u 膜よりなる突部が形成される (d) 。

【 0 0 2 3 】

有機コーティング膜が単分子膜または単分子膜を出発材料とした重合膜であるので、微粒子の間隔を制御することが可能となる。また、単分子膜が自己組織化膜で、チオール基、クロロシラン基、配位結合基、イソシアート基、アルコキシラン基等の化学反応基を有する分子から形成されるので、微粒子の素材に応じた有機コーティング膜形成が可能となる。このような有機コーティング膜の利用に関しては、たとえば、特願 H 1 3 - 0 1 5 3 8 0 に詳細が記述されている。

【 0 0 2 4 】

また、エネルギー線を有機コーティング膜に照射することにより、照射された有機コーティング膜に化学反応基を発生させる方法も有効である。

【 0 0 2 5 】

また、エネルギー線が紫外線、遠紫外線、X 線、ガンマ線で使用可能であるので、有機コーティング膜を構成する多様な官能基を使用することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

また、エネルギー線としてプラズマを使うことにより容易に化学反応基を発生させることもでき、本方式によっても有機コーティング膜を構成する多様な官能

基を使用することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

以上は、微粒子に有機コーティング膜を形成することについて説明したが、基板にも有機コーティング膜を形成するのも有効である。この場合には、基板上に凹凸パターンを形成した後、基板表面にも有機コーティング膜を形成させ、微粒子表面の有機コーティング膜と支持基板表面の有機コーティング膜とを接触せしめ、双方の有機コーティング膜の間で化学結合を形成させることにより、より強固な基板と微粒子の結合を発生させることができる。また、これによって、一層だけ、基板上に微粒子の層を形成することが容易になる。このような、基板と微粒子双方に有機コーティング膜を形成し、その反応により微粒子を基板に固定化する方法は、前述の特願 H 1 3 - 0 1 5 3 8 0 に詳細が記述されている。

【 0 0 2 8 】

以上では、基板に有機コーティング膜を形成する場合の有効性について説明したが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではない。

【 0 0 2 9 】

通常、このような基板の前処理、基板への有機コーティング膜の形成は、凹部だけに形成されていてもよい。図 3 のような手法による凹凸の形成の場合、突部は A u 膜、凹部は元の基板材料であり、材料が異なるので、凹部だけに選択的に反応する有機コーティング膜の形成を行う等の処理により、微粒子を凹部だけに形成することができる。

【 0 0 3 0 】

一方目的によっては、凹凸部ともに同じ材料で形成し、基板への有機コーティング膜の形成も、凹凸部両方ともに形成することも可能である。この場合は、凹部のみならず凸部にも微粒子が配列することになる。凸部における微粒子の配列は、凹部ほどではないが、この場合にもある程度パターンの形状に沿ったものになる。この原因は今のところはっきりしていないが、微粒子に付着した有機コーティング膜に対する相互作用が凸部の端部と中央部では異なるためと考えられる。

【 0 0 3 1 】

凹凸部を同じ材料で構成するためには、たとえば、図3の方法では基板上にレジストを塗布する前にAu層を形成しておけば、凹部も凸部もAu層とすることができる。

【0032】

微粒子1としては、金属、半導体、金属酸化物等がある。金属にはAu, Ag, Pt等の貴金属等やその合金等、種種ある。

【0033】

基板としては、平滑な表面性をもつものであれば、半導体、金属、ガラス基板等特に限定されない。具体的にはSi、GaAs、Al、アルティック基板等種種のものが利用可能である。

【0034】

この微粒子の作製方法を用いて、ハードディスク装置に用いる磁気記録媒体を製造する場合には、リソグラフィーによるパターニング方法は、図2に示すように、ディスク基板10の円周上に円周に沿って、凹凸パターン11を形成するのがよい。この後で、微粒子を基板上に分散させることにより、円周に沿って微粒子を配列させることができる。なお、図2においてはリソグラフィーによって形成された溝が3筋だけ記載されているが、実際の磁気ディスクにおいては、基板としては1インチ、1.8, 2.5, 3.5インチの直径の基板が用いられ、そこに先ほどのリソグラフィーの限界を考慮して100nm以上の間隔で凹凸を形成することになるので、それこそ、無数の溝を形成する必要がある。

【0035】

以上のようにして作成した凹凸部に形成する磁気記録媒体の構成の一例を図8に示す。図8では、非磁性基板44上に直接又は下地層を介して、軟磁性薄膜層43が形成され、更にその上に、磁性微粒子1からなる磁気記録層42が形成されている。磁気記録層42は、3nm以上50nm以下の直径の磁性微粒子1と磁性微粒子1を覆う被覆2から成り立っている。被覆2は、磁性微粒子1を一定の間隔で配置するのに役立つ。被覆2の材料は有機コーティング膜である。磁性微粒子1の材料としては、一軸結晶磁気異方性定数Kuの大きなFePt, CoPt, FePd, MnAl, Co, Co-Pt, Sm-Co, F

e-Nd-B等の材料がよいが、特にKuが大きく、耐食性等の実用性の両方の観点からはFePt, CoPtのL1₀層の規則合金が優れている。なお、高密度記録に適した磁性材料については、たとえば、IEEE Transaction on Magnetism, vol. 36, No. 1, 2000年、第10頁〜にWellerらの解説がある。磁性微粒子1の大きさとしては、高密度記録の観点からは、なるべく小さいのが望ましい。しかしながら、熱揺らぎの観点からはなるべく大きいものがよい。そして、前述したように、Kuが大きい材料ほど粒子の大きさが小さくても、熱揺らぎに対してより磁化が安定である。具体的に磁性微粒子の大きさとしては、少なくとも3 nm以上、望ましくは4 nm以上の大きさがよく、上限は50 nm以下、望ましくは10 nm以下、より望ましくは8 nm以下がよい。

【0036】

また、微粒子層の層数であるが、図8に示すように1層だけ均一に配列されるのが最も望ましいが、均一に配列されていれば、2層、あるいは3層といった複数層微粒子が配列しているものも利用できる。

【0037】

軟磁性薄膜層43の材料としては、低磁歪で、結晶磁気異方性の小さな材料が優れている。結晶質のもの、非晶質のもの、いずれも本発明では使用可能である。具体的には、Ni-Fe、Co-Nb-Zr、Fe-Ta-C、Co-Ta-Zr、Fe-Al-Si等の金属材料あるいはフェライト等の酸化物の材料が適用可能である。軟磁性薄膜層3の膜厚としては、軟磁性膜の飽和を防ぐ観点からある程度の膜厚は必要で、少なくとも100 nm以上、望ましくは300 nm以上の膜厚が望ましい。また、上限としては、生産性の観点、表面平滑性の点などから1 μm以下とするのがよい。

【0038】

基板44としては、アルミ基板、ガラス基板等の非磁性材料が用いられる。なお、図1のような凹凸を形成しない基板上にナノ磁性微粒子を分散させた磁気記録媒体については、特願2001-015382に詳しい。基本的に凹凸形成前に有効な手法は凹凸形成後も有効である。

【 0 0 3 9 】

通常は、磁気記録層 4 2 の上に更に保護層を形成する。保護層としては、固体保護層としてダイヤモンド上カーボン膜（DLC 膜）等を用い、更に液体潤滑剤を塗布する場合が多い。

【 0 0 4 0 】

以上のようにして作製した磁気記録媒体に、より望ましくは、高温で磁気記録媒体を熱処理する。特に FePt、CoPt 等の系においては、熱処理によって、規則化させることによって、保磁力を生じる。熱処理時の温度は 500℃ 以上望ましくは 550℃ 以上必要である。また、温度が高すぎると保磁力が大きくなりすぎる、軟磁性膜の特性が劣化する等の問題が生じることがあるので、高くても 700℃ 以下、望ましくは、600℃ 以下とするのがよい。熱処理するときには、膜面垂直方向に少なくとも 5 kOe 以上、望ましくは 10 kOe 以上の磁界を加えるのが望ましい。磁界が 15 kOe 以上であると磁界印加装置が大きくなりすぎるので、必要に応じて 15 kOe 以下、望ましくは 12 kOe 以下の磁界にとどめるべきである。この熱処理中の磁界によって、微粒子に特定の方向に磁気異方性を持たせることが可能となる。また、本発明の場合、磁性微粒子 1 の下に、軟磁性下地膜が形成され、この軟磁性膜が、外部からの強磁界により膜面垂直方向に磁化され、磁化された軟磁性膜により強い磁界が磁性微粒子 1 に及ぼされるので、磁性微粒子がより強い垂直磁気異方性を持ちやすくなる。また、前述したように比較的厚い軟磁性薄膜層 3 を用いれば、磁性微粒子 1 に垂直磁気異方性を付与するのにも有効である。なお、軟磁性薄膜層に適当な異方性を付与するために、熱処理後に更に低温かつ低磁界で熱処理を行って軟磁性膜の異方性を再度つけ直すのも良い。

【 0 0 4 1 】

本発明の磁気記録媒体に記録する磁気ヘッドは、図 6 に示すような単磁極ヘッドを用いるのが望ましい。単磁極ヘッド 4 5 は、コイル 4 7 に電流 C を流すことにより、軟磁性体からなる磁極 4 6 から磁界（磁束）D が発生する。単磁極ヘッド 4 5 から発生する磁界は、従来のリングヘッドと異なり、磁気記録層 4 2 において、磁界の膜面垂直方向の成分が強く、本発明の磁気記録媒体には適している

。このとき、磁気記録層が垂直磁気異方性を有すれば、より効果的に磁気記録再生を行うことができる。また、磁束Dは、磁極46からでて、磁気記録層42を通り、軟磁性薄膜層43を流れることになる。

【0042】

単磁極ヘッドは開磁路構造のため、これを改善するために、図7に示すようなリターンヨークを設けたタイプの単磁極ヘッドも提案されている。この場合、リターンヨーク48の断面積は磁極46に比べて広く磁束密度は小さくなるので、リターンヨークが記録層の磁化を書き換える可能性は小さい。リターンヨークを用いた単磁極ヘッドを用いることにより、より有効に本発明の磁気記録媒体に磁気記録できるようになる。

【0043】

なお、以上は、微粒子を磁気記録媒体に応用する例として垂直磁気記録に応用する場合として説明したが、本発明の方法は垂直記録の場合に限定して有効となるものではなく、面内記録に用いた場合も本発明も有効である。この場合、図8に示す軟磁性下地層43は不要となる。また、記録ヘッドは従来より用いられているリングヘッドで十分である。

【0044】

再生ヘッド（磁気ヘッドの再生部）としては、現在磁気抵抗変化を利用したMRヘッド（Magnetoresistive head）が盛んに用いられている。中でも巨大磁気抵抗効果（Giant Magnetoresistance、GMR）を用いたGMRヘッド（スピバルブヘッドとも呼ばれている）が主流となりつつある。しかしこれも限界に近づきつつあり、100Gbit/in²を超える記録密度においてはトンネル効果を利用したTMR（Tunneling Magnetoresistance）ヘッドや、膜面に垂直に電流を流すGMR効果を利用したCPP-GMR（Current Perpendicular to the Plane）ヘッドが利用される可能性が高い。

【0045】

図5は、本実施の形態に係る磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置110の平面図および側面図である。

【 0 0 4 6 】

ハードディスク装置 1 1 0 は、本実施の形態で説明した磁気記録媒体（この場合は磁気ディスク） 1 1 6 と、ディスクを駆動するディスク駆動モータ 1 1 2 とを備える。単磁極ヘッドのような記録部と、再生部を備える磁気ヘッドは、スライダ 1 2 0 にとりつけられ、スライダを支持するヘッド支持機構 1 3 0 と、ヘッド支持機構 1 3 0 を介して磁気ヘッドをトラッキングするアクチュエータ 1 1 4 とディスク 1 1 6 を回転駆動するヘッド支持機構 1 3 0 は、アーム 1 2 2 とサスペンション 1 2 4 とを含む。

【 0 0 4 7 】

ディスク駆動モータ 1 1 2 は、ディスク 1 1 6 を所定の速度で回転駆動する。アクチュエータ 1 1 4 は、磁気ヘッドがディスク 1 1 6 の所定のデータトラックにアクセスできるように、磁気ヘッドを保持するスライダ 1 2 0 をディスク 1 1 6 の表面を横切って半径方向に移動させる。アクチュエータ 1 1 4 は、代表的には直線式または回転式のボイスコイルモータである。また、最近は更に磁気ヘッドの位置決め精度を上げるために、たとえばサスペンションも駆動させるような 2 段アクチュエータも開発されている。

【 0 0 4 8 】

磁気ヘッドを保持するスライダ 1 2 0 は、例えば空気ベアリングスライダである。この場合には、スライダ 1 2 0 は、磁気記録再生装置 1 1 0 の起動・停止動作時にはディスク 1 1 6 の表面と接触する。このとき、ディスクとスライダの間で摩擦が生じるのを防ぐため、停止時にスライダをディスク上外に待避されるいわゆるロード・アンロード機構も実用化されている。磁気記録再生装置 1 1 0 の情報記録再生動作時には、スライダ 1 2 0 は回転するディスク 1 1 6 とスライダ 1 2 0 との間で形成される空気ベアリングによりディスク 1 1 6 の表面上に維持される。スライダ 1 2 0 に保持された磁気ヘッドは、ディスク 1 1 6 に情報を記録再生する。

【 0 0 4 9 】

以下に、本発明をより具体的な実施例を用いて説明する。

【 0 0 5 0 】

(実施例 1)

基板として、S i 基板を用いて、まず第 1 のステップとして基板上に凹凸を形成した。凹凸の作製方法は、図 3 に示すような方法で行った。すなわち、まず S i 基板 2 0 上に厚さ 0. 6 μ m のレジスト 2 1 を塗布し (a)、フォトリソグラフィによって所望のレジストパターン (b) を形成した。次に、C u 膜を M B E (M o l e c u l a r B e e m E p i t a x i x y、分子線エピタキシー) 法で約 2 0 nm の膜厚になるように形成した (c)。最後に、レジストパターン 2 1 を有機溶剤またはアッシングによって除去して、(d) に示すパターンを形成した。このとき形成した溝は、深さが C u 膜の膜厚で約 2 0 nm、幅と長さがともに 0. 2 μ m の大きさである。

【0 0 5 1】

次に、貴金属微粒子に有機コーティング膜を被覆する操作を行った。乾燥雰囲気でブチルアルコール 1 0 0 mL に水酸基を末端官能基として有するチオール化合物を加えて 0. 0 1 mol / L のブチルアルコール溶液を作成した。次にその溶液に貴金属微粒子として直径 5 nm の A u 微粒子 1 0 0 mg (3 0) を加え、よく攪拌した。半時間後に当該乾燥雰囲気で上記ブチルアルコールおよび未反応のチオール化合物と貴金属微粒子を分離して、貴金属微粒子表面上に上記チオール化合物からなる単分子膜 3 1 が形成された。

【0 0 5 2】

次に、凹凸に加工した S i 基板 3 2 に対しても単分子膜形成操作を行った (図 4)。乾燥雰囲気でヘキサデカンとクロロホルムの容積比 4 対 1 の溶媒を作成し、当該溶媒 1 0 0 mL にエポキシ基を末端官能基に有するクロロシラン化合物を加えて 0. 0 1 mol / L のヘキサデカン / クロロホルム混合溶液を作成した。乾燥雰囲気でこの溶液 2 0 mL を採り、上記基板を上記溶液に浸漬し、緩やかに攪拌した。半時間後に同じく乾燥雰囲気で上記混合溶液から上記基板を取り出し、乾燥雰囲気で上記基板をクロロホルムに浸漬して洗浄を行った。その後、基板を取り出した。基板表面上には上記クロロシラン化合物からなる単分子膜 3 3 が形成された。

【0 0 5 3】

次に、上記基板表面に上記Au微粒子を保持する操作を行った。上記単分子膜形成を終えたAu微粒子をブチルアルコールに分散させた液を調整した。その濃度は適宜でよく、本実施例の場合はヘキサン50mLに対して100mgとした。上記基板をホットプレート上に置き、上記基板上にスポイトを用いて上記ブチルアルコール溶液を数箇所滴下して、基板表面が上記ブチルアルコール溶液で濡れた状態にした。次いでホットプレートの温度を上げて、150度程度に設定し、加熱した。基板上のブチルアルコールはすぐに気化し、基板上には貴金属微粒子が残り、貴金属微粒子と基板の双方の表面に形成された単分子膜の官能基同士の化学反応が行われた。この反応は基板表面に形成された単分子膜の官能基と貴金属微粒子表面に形成された単分子膜表面の官能基に対してだけ行われ、貴金属微粒子表面に形成された単分子膜の官能基同士では反応が起きず、反応後に基板をブチルアルコールで洗うことにより未反応の貴金属微粒子は基板から洗い落とすことが出来、基板上には反応が起きた貴金属微粒子が化学結合34で固定された。この貴金属微粒子は結果として基板表面上に微粒子からなる構造物35を形成した(図4)。

【0054】

このようにして形成した凹凸基板上的Au微粒子の配列を、高分解能SEM(Scanning Electron Microscopy: 走査型電子顕微鏡)を用いて観察した。その結果、凹部に関しては、図1に示すような凹部の境界に沿った配列が実現していることが分かった。

【0055】

(実施例2)

図2の基板10として、オリフラのない直径2.5インチφのSi基板を用い、磁気記録媒体用に磁性微粒子の分散を行った。

【0056】

第1に、Si基板10上に、軟磁性薄膜層として、Ni-Fe膜を直流スパッタリング法にて形成した。まず、成膜室を 1×10^{-5} Torr以下に排気した後、スパッタガスとしてArガスを2mTorrとなるまで導入した。ターゲットとしては直径3インチのNi_{0.8}Fe_{0.2}合金(組成は原子組成比)ターゲットを

用い、ターゲットパワーは100Wとした。軟磁性薄膜層の膜厚は500nmとした。この軟磁性膜の飽和磁束密度 B_s は1T、保磁力 H_c は0.3Oe、透磁率 μ は1000であった。

【0057】

次に、上記Ni-Fe膜を形成したSi基板に対して、図2に示すような微細加工を施した。このときの凹凸の作製方法は実施例1と同様の方法で、つまり、図3に示す方法で作成した。ただし、この場合形成する凸部は前記軟磁性層と全く同じものを形成した。従って、凹部も凸部もNi-Fe合金で形成されていることになる。この場合の溝の深さは約3nm、溝の幅は300nm、溝と溝の間隔は200nmとなるようにした。

【0058】

次に、このように成膜・加工されたSi基板を、溶液に浸漬する事により、クロロシラン化合物からなる単分子膜を基板表面上に形成した。より詳細には、乾燥雰囲気中でヘキサデカンとクロロホルムの容積比4対1の溶媒を作成し、当該溶媒100mLに末端官能基として CH_2Cl 基を有するクロロシラン化合物を加えて0.01mol/Lのヘキサデカン/クロロホルム混合溶液を作成した。乾燥雰囲気中でこの溶液20mLを採り、基板32を上記溶液に浸漬し、緩やかに攪拌した。半時間後に同じく乾燥雰囲気中で上記混合溶液から上記基板を取り出し、乾燥雰囲気中で上記基板をクロロホルムに浸漬して洗浄を行った。その後、上記基板32を取り出した。軟磁性薄膜層表面には上記クロロシラン化合物からなる単分子膜34が形成された(図4)。

【0059】

次に、単分子膜を表面に形成した直径約5nmの $\text{Fe}_{0.52}\text{Pt}_{0.48}$ 合金微粒子を、前記単分子膜を形成した基板上に塗布した。まず、図4に示すようにFePt微粒子30上の単分子膜31を作製した。すなわち、乾燥雰囲気中で非水系不活性溶媒としてヘキサン100mLに末端官能基としてフェニル基を有するクロロシラン化合物を加えて0.01mol/Lのヘキサン溶液を作成した。次にその溶液にFePt微粒子30を100mg加え、よく攪拌した。半時間後に当該乾燥雰囲気中で上記ヘキサン溶媒及び未反応のクロロシラン化合物と磁性微粒子を

分離した。次に、図 8 に示すように、上記軟磁性薄膜 3 表面に上記磁性微粒子 1 を保持する操作を行った。上記単分子膜形成を終えた磁性微粒子をクロロホルムに分散させた液を調整した。その濃度は適宜でよく、本実施例の場合はクロロホルム 5 0 m L に対して 1 0 0 m g とした。上記基板を入れたマイクロ反応容器を油浴に置き、上記基板上にスポイトを用いて上記クロロホルム溶液を数箇所滴下して、基板表面が上記クロロホルム溶液で濡れた状態にした。さらに塩化アルミニウムをごく少量加えて、攪拌子によりよく攪拌した。次いで油浴の温度を上げて、1 2 0 度程度に設定し、加熱した。基板上のクロロホルムはすぐに気化するのでそれを抑えるためマイクロ反応容器に冷却管を取り付けてクロロホルム溶液の減少を抑えた。1 時間後、基板上には磁性微粒子が残り、磁性微粒子と基板の双方の表面に形成された単分子膜の官能基同士の化学反応が行われた。この反応は基板表面に形成された単分子膜の官能基と磁性微粒子表面に形成された単分子膜表面の官能基に対してのみ行われ、磁性微粒子表面に形成された単分子膜の官能基同士では反応が起きず、反応後に基板をヘキサンで洗うことにより未反応の磁性微粒子は基板から洗い落とすことが出来、基板上には反応が起きた磁性微粒子が化学結合 3 5 で固定された。この磁性微粒子は結果として基板表面上に微粒子からなる構造物 3 6 を形成した（図 4）。

【 0 0 6 0 】

次に、以上のようにして作製された図 4 の形態の試料を、磁界中熱処理装置により、高温で熱処理した。このとき、試料の雰囲気は不活性ガス窒素 1 気圧の中に満たし、磁界として 1 0 k O e の磁界を膜面に垂直方向に印加した。磁界を印加したまま、約 3 0 分あたり 1 0 0 ° C の速度で昇温し、約 5 7 0 ° C の温度に 3 時間保ち、昇温時と同じ速度で冷却した。以上のような高温熱処理過程を経験すると、図 4 に示すような構造は維持されず、3 1, 3 3 の単分子膜は炭化してしまうと考えられるが、ある種の被覆として存在し、微粒子間の距離を一定に保つべく残存すると考えられる。この後、更に軟磁性膜の異方性を面内にするために、膜面内で回転する 1 0 0 0 e の磁界中に試料をおき、2 0 0 ° C の温度に 3 時間保持した。

【 0 0 6 1 】

このようにして作製した磁気記録媒体の磁気特性を S Q U I D (S u p e r c o n d u c t i n g Q u a n t u m I n t e r f e r e n c e D e v i c e) により評価した。室温で、膜面と垂直方向に磁界を印加して磁化曲線を書かせ、保磁力 H_c および角形比 S (残留磁化 M_r と飽和磁化 M_s との比 M_r/M_s) を求めた。その結果、本発明の磁気記録媒体は、 H_c が 5 k O e 、 S が 0 . 9 とほぼ磁気記録媒体として必要な特性を満足していた。

【 0 0 6 2 】

次に作成した試料における F e - P t 微粒子の配列の様子を高分解能 S E M を用いて観察した。その結果、この試料においては、図 2 に示す円周上の溝に沿って、微粒子が配列しているところが観察された。この状態は溝の部分では非常に規則的であったが、凸部においては溝の部分に比べて規則性は劣るものの円周に沿った微粒子の配列は実現していた。

【 0 0 6 3 】

次に、図に示すような磁気記録再生システムを想定し、ただし、現状では実現されていないトラック幅 3 0 n m とし、アクチュエーターもこれに追従できるとして、記録再生特性のシミュレーションを行った。この場合、記録ヘッドとしてはリターンパスを含む単磁極ヘッド、再生ヘッドとしては G M R ヘッドを想定した。そうして、実施例 2 の磁気記録媒体を、図 2 のようなパターンニングを全く行わない他は全く同様な方法で作成した磁気記録媒体 (従来例) と S/N 比を比較した。その結果、本発明の磁気記録媒体は従来例と比較して 4 0 0 k F C I の周波数で S/N 比が約 6 d B 高かった。

【 0 0 6 4 】

なお、本発明の媒体においては、凹凸部で 3 n m の段差があるが、この段差は今回の検討では問題にならなかった。また、凹部と凸部の記録再生特性は、凸部の方が悪くなる可能性があるので、なるべく凹部の面積の割合を大きくするべきである。更に高密度記録の将来を考えると、凹部と凸部にそれぞれ最適な記録密度、記録法を用いることも有効である。また、この段差を利用した記録再生方法も考えられる。

【 0 0 6 5 】

【発明の効果】

以上示したように、本発明では、ナノメータスケールの微粒子を決まった方向に配列することが可能となる。また、これを利用すれば、高記録密度を可能にする磁気記録媒体が得られ、高密度磁気記録再生装置を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の微粒子の配列方法の一例を示す図

【図 2】

本発明の微粒子の配列方法における凹凸の形成例を示す図

【図 3】

本発明の微粒子の形成方法における凹凸の形成方法の一例を示す図

【図 4】

本発明における微粒子の基板への固定方法の一例を説明する図

【図 5】

本発明の磁気記録再生装置の模式図の一例を示す図

【図 6】

本発明の磁気記録媒体およびヘッドの断面模式図の一例を示す図

【図 7】

本発明の磁気記録媒体およびヘッドの断面模式図の別の一例を示す図

【図 8】

本発明の磁気記録媒体の構成の一例を説明する断面図

【符号の説明】

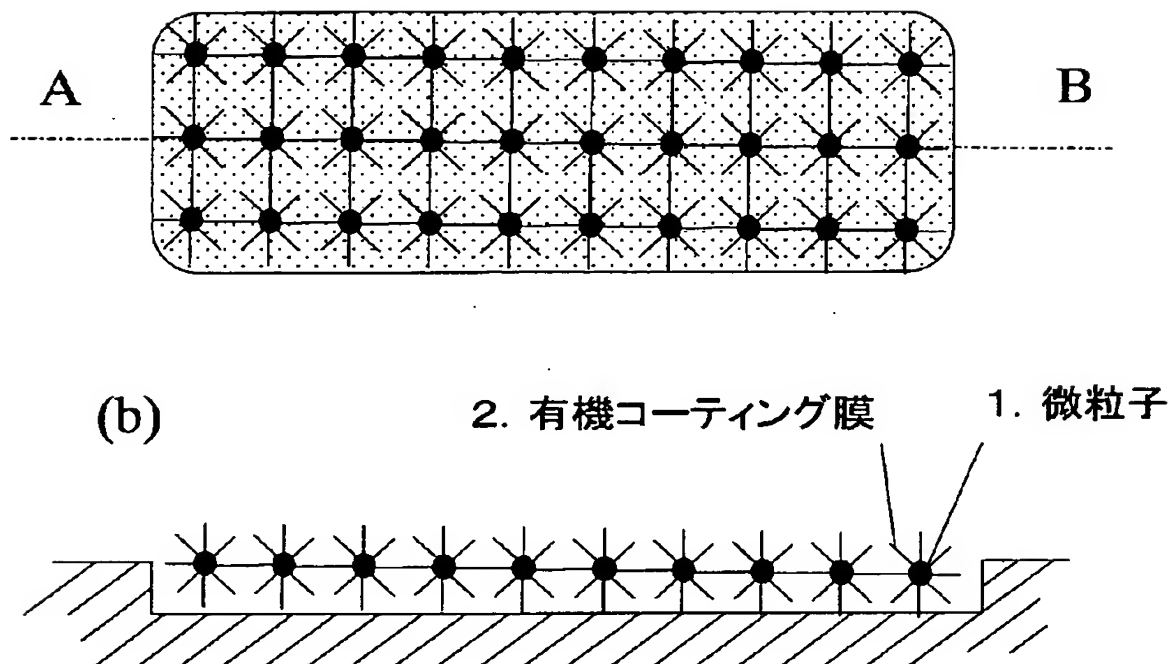
- 1 微粒子
- 2 有機コーティング膜
- 10 ディスク
- 11 溝
- 20 基板
- 21 レジスト

特 2 0 0 1 - 1 2 8 8 7 4

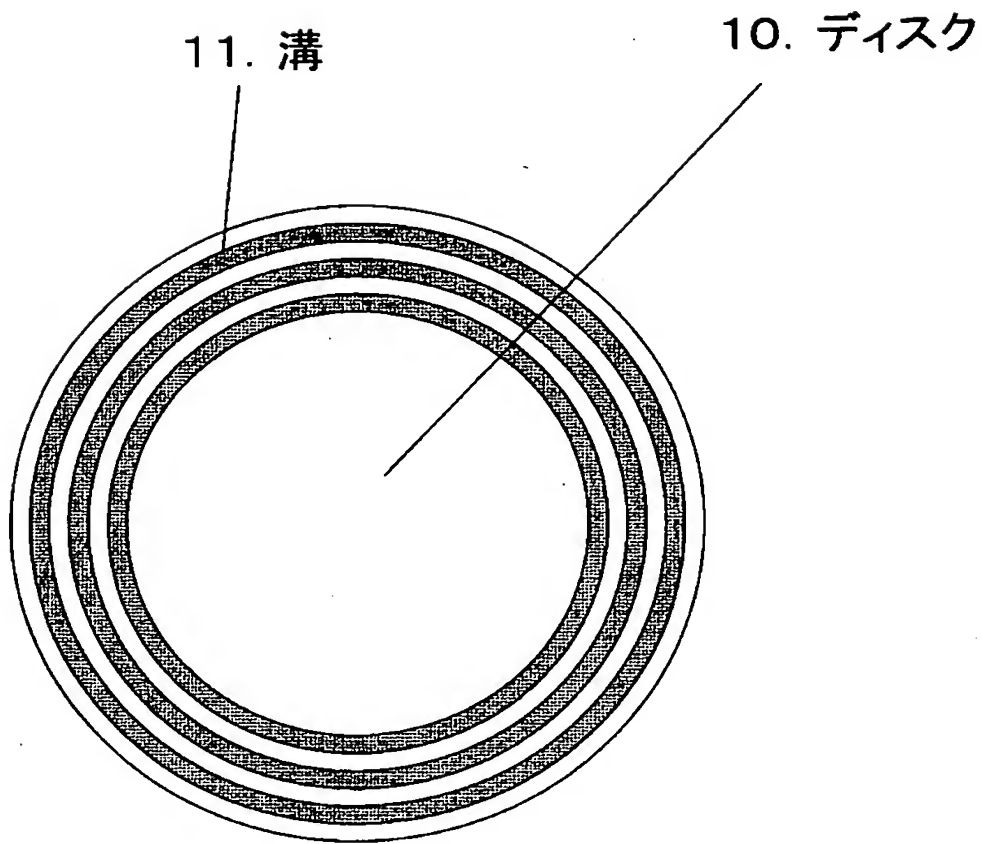
2 2 金属膜

【書類名】 図面

【図 1】

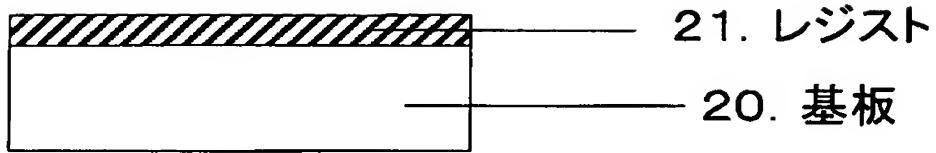


【図 2】

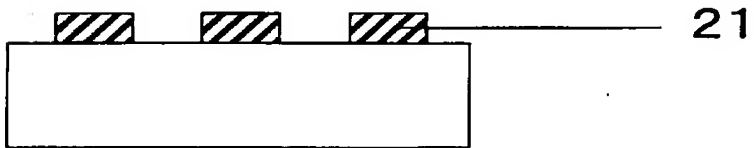


【図 3】

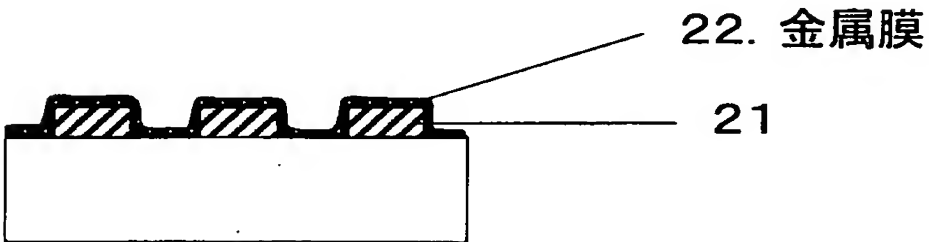
(a)



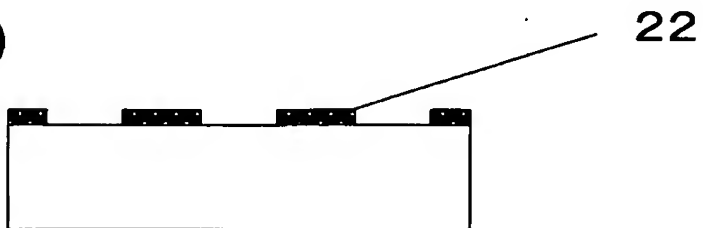
(b)



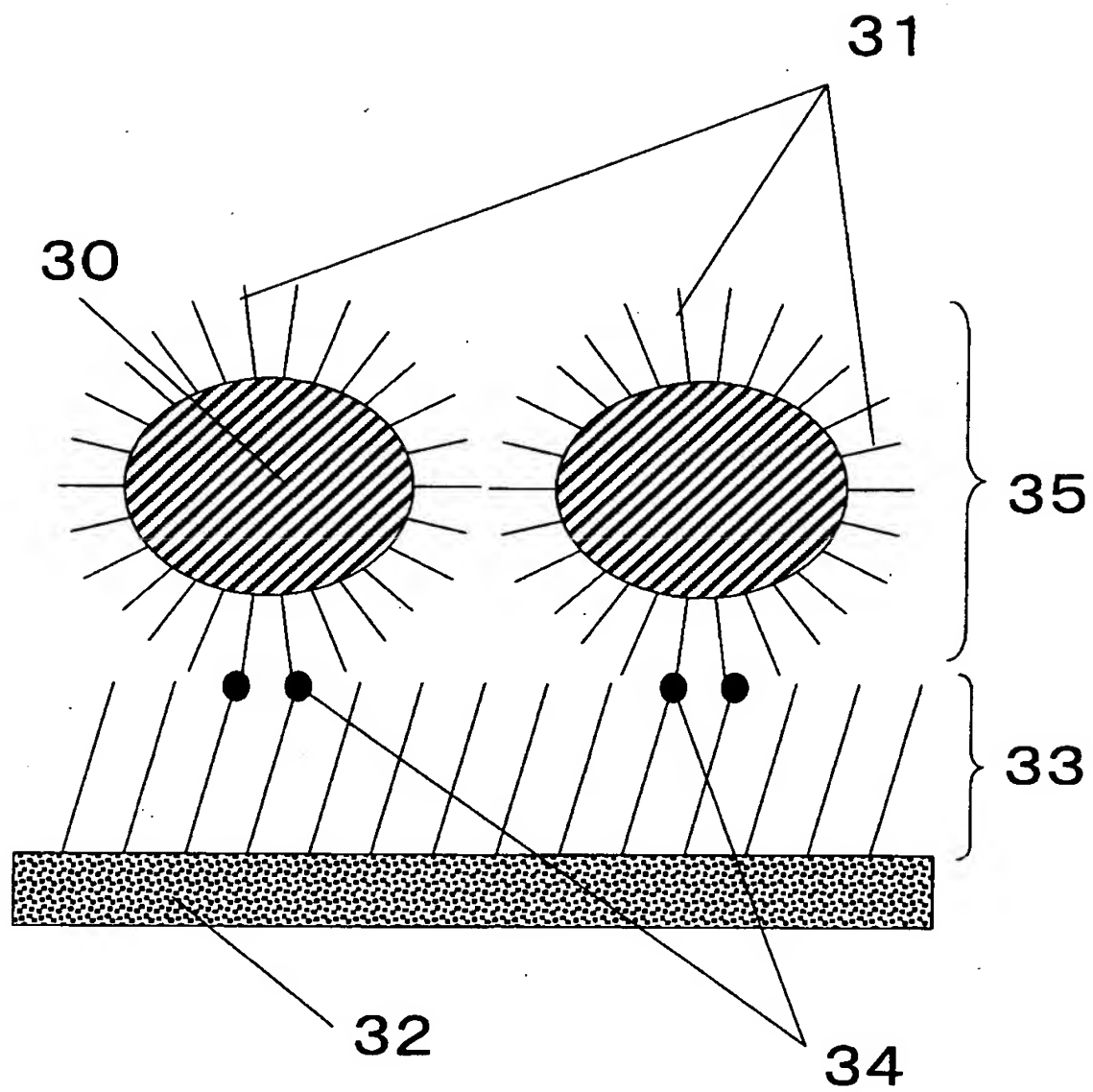
(c)



(d)

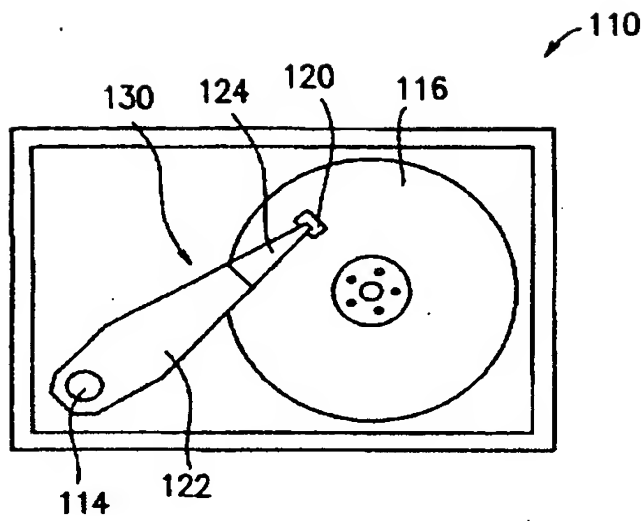


【図4】

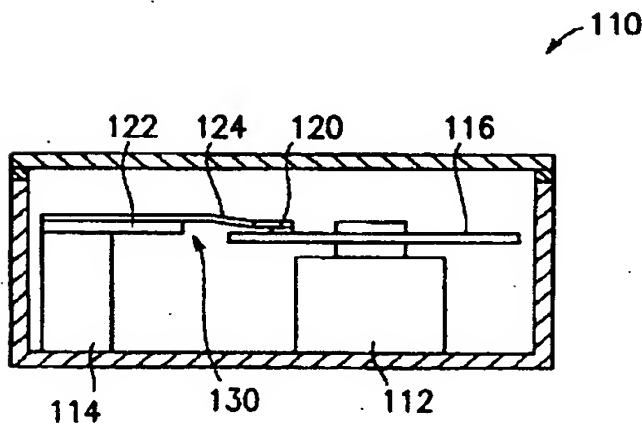


【図 5】

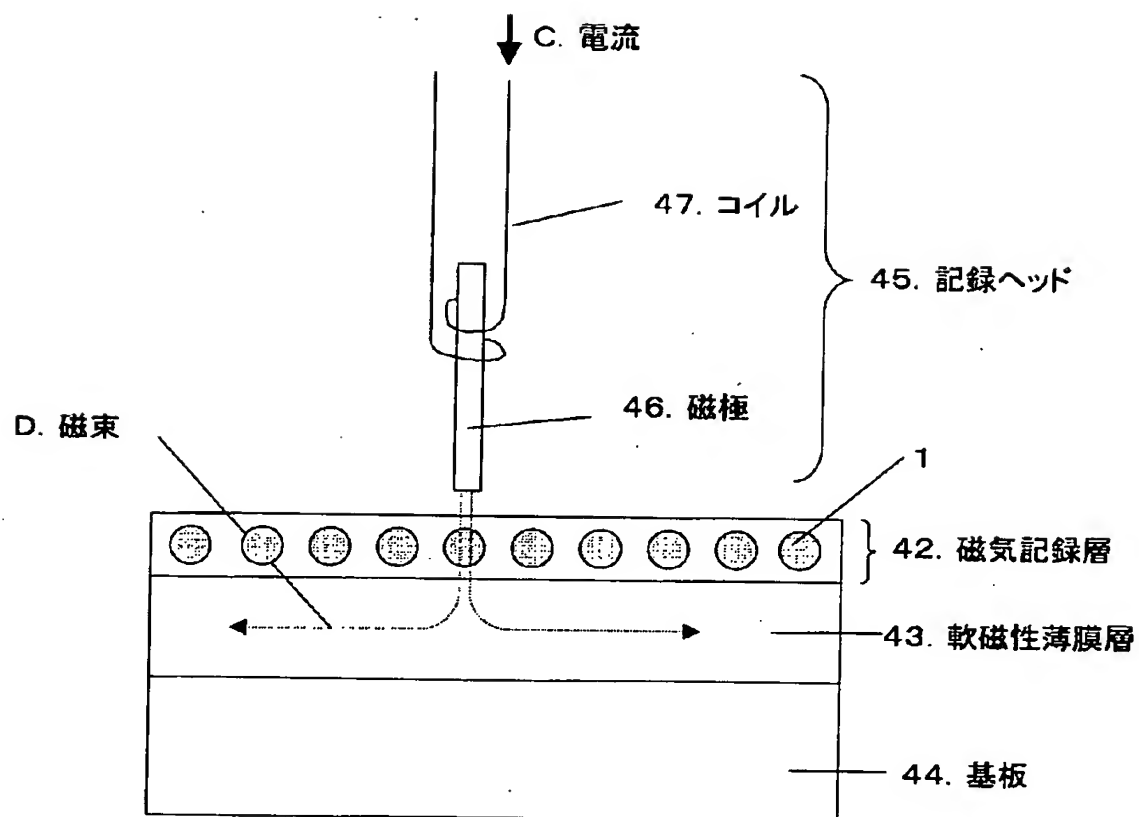
(a)



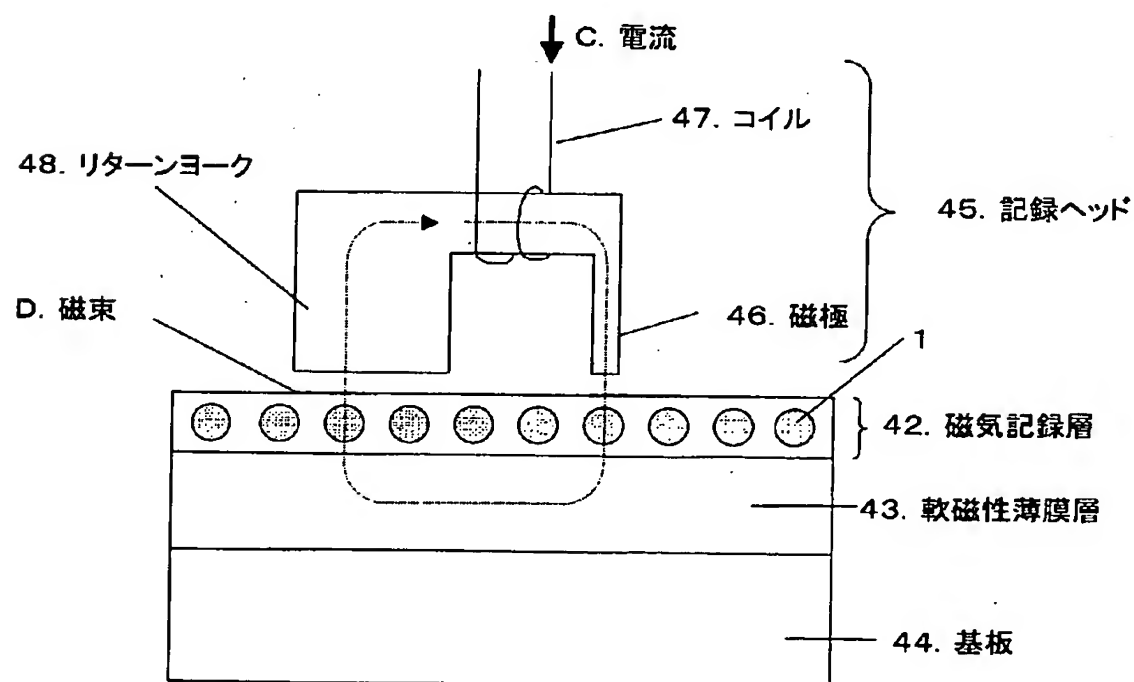
(b)



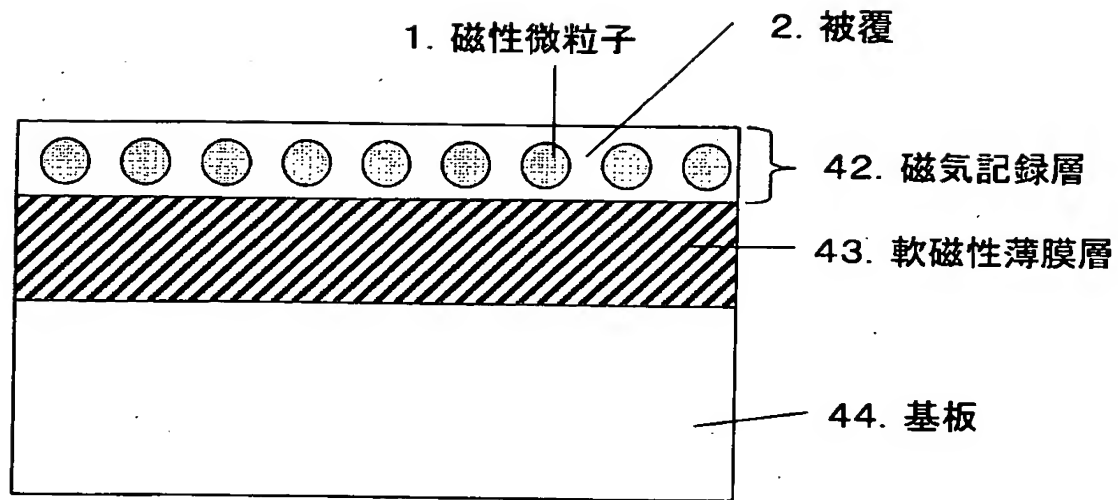
【図 6】



【図 7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ナノメートルスケールの微粒子の配列方法、高密度磁気記録に適した磁気記録媒体の製造方法とそれを用いた磁気記録再生装置を提供する。従来技術では、微粒子を自己組織化により配列する際、配列方向を制御することができなかった。

【解決手段】 あらかじめリソグラフィーで微粒子を配列させるための凹凸を作成して、その溝に沿って微粒子を配列させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

| | |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月28日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 大阪府門真市大字門真1006番地 |
| 氏 名 | 松下電器産業株式会社 |